

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 9 月 1 日 (01.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/080621 A1

(51) 国際特許分類⁷: **C22C 38/00**,
38/06, 38/58, C21D 6/00, 9/08, 9/50

[JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区大手町二丁目 6 番
3 号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/002678

(72) 発明者; および

(22) 国際出願日: 2005 年 2 月 15 日 (15.02.2005)

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 朝日 均 (ASAHI, Hitoshi) [JP/JP]; 〒2938511 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内 Chiba (JP).
津留 英司 (TSURU, Eiji) [JP/JP]; 〒2938511 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内 Chiba (JP).

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2004-042838 2004 年 2 月 19 日 (19.02.2004) JP
特願2004-258862 2004 年 9 月 6 日 (06.09.2004) JP

(74) 代理人: 青木 篤, 外(AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

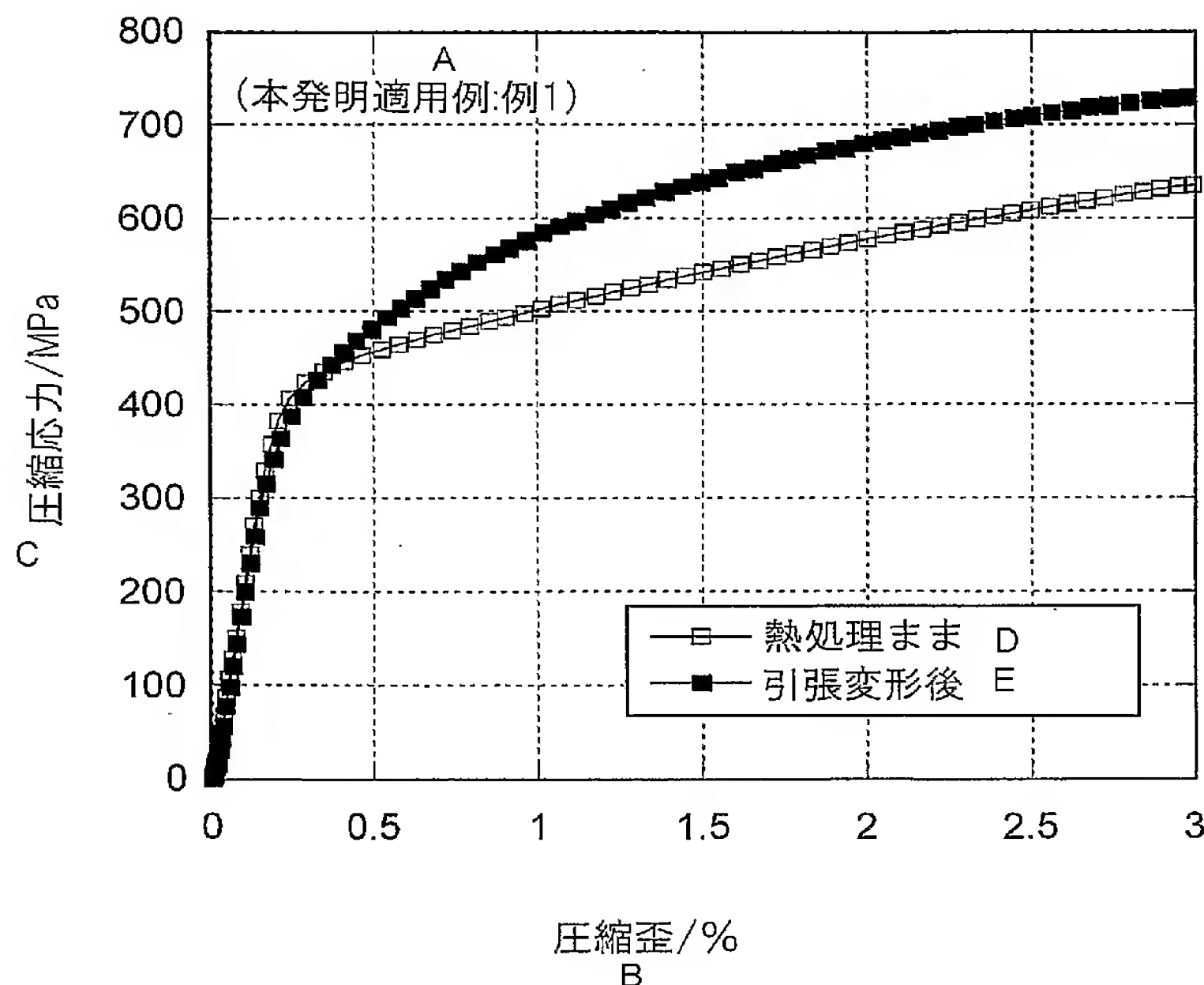
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日本製鐵株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION)

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,

[続葉有]

(54) Title: STEEL SHEET OR STEEL PIPE BEING REDUCED IN EXPRESSION OF BAUSHINGER EFFECT, AND METHOD FOR PRODUCTION THEREOF

(54) 発明の名称: バウシンガー効果の発現が小さい鋼板または鋼管およびその製造方法



A - (EMBODIMENT OF PRESENT INVENTION: EXAMPLE 1)
B - COMPRESSION STRAIN/%
C - COMPRESSION STRESS/MPa
D - NO FURTHER TREATMENT AFTER HEAT TREATMENT
E - AFTER DEFORMATION BY TENSION

(57) Abstract: A steel sheet or steel pipe being reduced in the expression of the Baushinger effect, characterized in that it has a dual phase structure consisting substantially of a ferrite structure and a fine martensite phase wherein the fine martensite phase is dispersed in the ferrite structure; and a method for producing the steel sheet or steel pipe. The above steel sheet or steel pipe has a chemical composition, in mass %, that C: 0.03 to 0.30 %, Si: 0.01 to 0.8 %, Mn: 0.3 to 2.5 %, P: 0.03 % or less, S: 0.01 % or less, Al: 0.001 to 0.01 %, N: 0.01 % or less, and the balance: iron and inevitable impurities. The above steel sheet or steel pipe is, in particular, reduced in the decrease of the compression strength in the perimeter direction being caused by the Baushinger effect when the pipe is expanded, and can be suitably used as a steel pipe for an oil well, a line pipe or the like.

(57) 要約: 本発明は、バウシンガー効果の発現が小さい鋼板または鋼管とその製造方法、特に拡張した際にバウシンガー効果により生じる周方向圧縮強度低下が

[続葉有]

WO 2005/080621 A1



BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

小さい油井用鋼管やラインパイプ等を使用される鋼管とその製造方法を提供するもので、実質的にフェライト組織と微細マルテンサイトからなり、フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在する二相組織を有することを特徴とするバウシンガー効果の発現が小さい鋼板または鋼管。また、この鋼板または鋼管は質量%で、C : 0.03~0.30%、Si : 0.01~0.8%、Mn : 0.3~2.5%、P : 0.03%以下、S : 0.01%以下、Al : 0.001~0.01%、N : 0.01%以下、を含み残部鉄および不可避免的な不純物からなる。

明 細 書

バウシンガー効果の発現が小さい鋼板または鋼管およびその製造方法

技術分野

本発明は、バウシンガー効果の発現が小さい鋼板または鋼管とその製造方法、特に 5 % 以上拡張した際の周方向の圧縮強度の低下が小さい、すなわちバウシンガー効果の発現が小さい油井用鋼管やラインパイプ等を使用される鋼管とその製造方法に関するものである。

背景技術

鋼管に、拡張によって周方向に引張塑性歪が導入されると、外圧による周方向への圧縮応力に対する耐力（以下、圧縮耐力）が低下し、鋼管が外圧で潰れる圧力（以下、圧潰圧力）が低下する。これは、バウシンガー効果としてよく知られているように、塑性変形後、塑性歪を加えた方向とは反対方向に応力を加えると、元の降伏強度よりも低い応力で変形が生じる現象である。

ラインパイプとして使用される U O E 鋼管では、最終工程で真円度を高めるために拡張を行い、周方向に引張塑性歪が導入されるために、圧潰圧力が低下するという問題がある。また、鋼板を冷間加工して使用する場合にも、例えば引張加工歪を加えた際に圧縮降伏応力が低下するなど、バウシンガー効果が問題となることがある。

例えば、U O E 鋼管の製造工程で導入される冷間加工歪に起因するバウシンガー効果により低下した圧縮耐力を熱処理によって回復させる方法が、特開平 9 - 3 5 4 5 号公報、特開平 9 - 4 9 0 2 5

号公報に開示されている。特開平 9-3545 号公報は鋼板を U プレスおよび O プレスで管状に加工し溶接した後、拡張し、700℃未満に加熱する方法を、特開平 9-49025 号公報は、更に温間加工による塑性加工を行って拡張を施す方法を開示するものである。

また、特開 2004-35925 号公報には加熱温度を 550℃以下、特に 250℃以下と低くしても、バウシinger 効果により低下した圧縮耐力の回復が可能な鋼管の製造方法が開示されている。更に、造管時に導入される歪に起因するバウシinger 効果の発現そのものが小さい鋼管とその製造方法が特開平 9-49050 号公報、特開平 10-176239 号公報、特開 2002-212680 号公報に開示されている。

しかし、これらの発明に開示されている造管時に導入される歪は、約 1～3% の範囲か、高くとも 4% 以下であり、5% 以上の歪が導入される鋼板および鋼管のバウシinger 効果については不明である。

このような状況において、近年、例えば、油井内やガス井内で 10～30% 拡張して使用する技術 (Expandable Tubular) が開発されるなど、高い歪が導入される鋼板および鋼管のバウシinger 効果が問題になっている。Expandable Tubular は、従来、井戸内に挿入してそのまま使用されていた油井用鋼管を油井・ガス井内で拡張することにより、掘削費用を削減する技術である。

この Expandable Tubular に適用し得る鋼管が、例えば、特開 2002-266055 号公報、特開 2002-129283 号公報、特開 2002-349177 号公報に開示されている。しかし、これらは、拡張加工性、拡張後の圧潰強度又は

耐食性に優れた鋼管であり、油井内での拡張を想定した歪の導入に起因するバウシinger効果による圧潰強度の低下については何ら開示されていない。

すなわち、冷間加工で5%以上の歪が導入される鋼板や、油井管を油井内で拡張する際に10～30%の歪が導入される鋼管のバウシinger効果の発現を抑制するために最適な鋼のミクロ組織に関する知見は皆無であった。

発明の開示

本発明は、5%以上の引張歪を導入され、圧縮方向の耐力の低下が少ない鋼板および鋼管、特に、油井内又はガス井内で10%以上拡張された後外圧を受ける用途に適したバウシinger効果の発現が小さい鋼管を提供し、更に、これらの製造方法を提供するものである。

本発明者らは、バウシinger効果の発現におよぼす金属組織、化学成分の影響について詳細に検討した結果、5%以上の歪を導入した際に、バウシinger効果の発現を小さくするためには、鋼の組織を実質的にフェライト組織と微細なマルテンサイトからなるものとし、かつフェライト組織中に微細なマルテンサイトが分散した状態の組織とするのが最も良いことを知見した。

本発明は上記知見に基づいてなされたもので、その要旨は次のとおりである。

(1) フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在し、実質的にフェライト組織と微細マルテンサイトからなる二相組織を有することを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

(2) 微細マルテンサイトの結晶粒の長径が10 μ m以下であり、該微細マルテンサイトの面積率が10～30%であることを特徴

とする（１）記載のバウシinger効果の発現の小さい鋼板。

（３）変形付与前後における圧縮応力歪曲線での比例限の比が０．７以上であることを特徴とする（１）または（２）記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

（４）質量％で、C：０．０３～０．３０％、Si：０．０１～０．８％、Mn：０．３～２．５％、P：０．０３％以下、S：０．０１％以下、Al：０．００１～０．１％、N：０．０１％以下を含み残部鉄および不可避免的な不純物からなることを特徴とする（１）～（３）のいずれかの項に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

（５）質量％で、さらに、Nb：０．１％以下、V：０．３％以下、Mo：０．５％以下、Ti：０．１％以下、Cr：１．０％以下、Ni：１．０％以下、Cu：１．０％以下、B：０．００３％以下、Ca：０．００４％以下の１種または２種以上を含有することを特徴とする（４）記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

（６）質量％で、C：０．０３～０．１０％を含有し、－２０℃における幅方向のVノッチシャルピー値が４０Ｊ以上であり、変形付与前後における圧縮応力歪曲線での比例限の比が０．７以上であることを特徴とする（４）または（５）記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

（７）母材が、フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在し、実質的にフェライト組織と微細マルテンサイトからなる二相組織を有することを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼管。

（８）微細マルテンサイトの結晶粒の長径が１０μm以下であり、該微細マルテンサイトの面積率が１０～３０％であることを特徴

とする（７）記載のバウシンガー効果の発現の小さい鋼板。

（９）鋼管の拡張前後の周方向圧縮応力歪曲線での比例限の比が 0.7 以上であることを特徴とする（７）または（８）記載のバウシンガー効果の発現が小さい鋼管。

（１０）質量％で、C : 0.03 ~ 0.30 %、Si : 0.01 ~ 0.8 %、Mn : 0.3 ~ 2.5 %、P : 0.03 % 以下、S : 0.01 % 以下、Al : 0.001 ~ 0.1 %、N : 0.01 % 以下を含み残部鉄および不可避免的な不純物からなることを特徴とする（７）～（９）のいずれかの項に記載のバウシンガー効果の発現が小さい鋼管。

（１１）質量％で、さらに、Nb : 0.1 % 以下、V : 0.3 % 以下、Mo : 0.5 % 以下、Ti : 0.1 % 以下、Cr : 1.0 % 以下、Ni : 1.0 % 以下、Cu : 1.0 % 以下、B : 0.003 % 以下、Ca : 0.004 % 以下の１種または２種以上を含有することを特徴とする（１０）記載のバウシンガー効果の発現が小さい鋼管。

（１２）質量％で、C : 0.03 ~ 0.10 % を含有し、-20 °C における周方向の V ノッチシャルピー値が 40 J 以上であり、変形付与前後における圧縮応力歪曲線での比例限の比が 0.7 以上であることを特徴とする（１０）または（１１）記載のバウシンガー効果の発現が小さい鋼管。

（１３）質量％で、C : 0.03 ~ 0.30 %、Si : 0.01 ~ 0.8 %、Mn : 0.3 ~ 2.5 %、P : 0.03 % 以下、S : 0.01 % 以下、Al : 0.001 ~ 0.1 %、N : 0.01 % 以下を含み、さらに、選択的に、Nb : 0.1 % 以下、V : 0.3 % 以下、Mo : 0.5 % 以下、Ti : 0.1 % 以下、Cr : 1.0 % 以下、Ni : 1.0 % 以下、Cu : 1.0 % 以下、B : 0.003

%以下、C a : 0 . 0 0 4 %以下の1種または2種以上を含有し、残部鉄および不可避免的な不純物からなる鋼板を7 6 0 ~ 8 3 0 °Cに加熱し、その後焼入れすることを特徴とする(5)記載のバウシंगाー効果の発現が小さい鋼板の製造方法。

(14) 母材の成分が、質量%で、C : 0 . 0 3 ~ 0 . 3 0 %、S i : 0 . 0 1 ~ 0 . 8 %、M n : 0 . 3 ~ 2 . 5 %、P : 0 . 0 3 %以下、S : 0 . 0 1 %以下、A l : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 1 %、N : 0 . 0 1 %以下を含み、さらに、選択的に、N b : 0 . 1 %以下、V : 0 . 3 %以下、M o : 0 . 5 %以下、T i : 0 . 1 %以下、C r : 1 . 0 %以下、N i : 1 . 0 %以下、C u : 1 . 0 %以下、B : 0 . 0 0 3 %以下、C a : 0 . 0 0 4 %以下の1種または2種以上を含有し、残部鉄および不可避免的な不純物からなる鋼管を7 6 0 ~ 8 3 0 °Cに加熱し、その後焼入れすることを特徴とする(11)記載のバウシंगाー効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

(15) 質量%で、C : 0 . 0 3 ~ 0 . 3 0 %、S i : 0 . 0 1 ~ 0 . 8 %、M n : 0 . 3 ~ 2 . 5 %、P : 0 . 0 3 %以下、S : 0 . 0 1 %以下、A l : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 1 %、N : 0 . 0 1 %以下を含み、さらに、選択的に、N b : 0 . 1 %以下、V : 0 . 3 %以下、M o : 0 . 5 %以下、T i : 0 . 1 %以下、C r : 1 . 0 %以下、N i : 1 . 0 %以下、C u : 1 . 0 %以下、B : 0 . 0 0 3 %以下、C a : 0 . 0 0 4 %以下の1種または2種以上を含有し、残部鉄および不可避免的な不純物からなるスラブを熱延鋼板とし、これをロール成形により筒状にした後、電縫溶接を行って電縫管とし、次いで7 6 0 ~ 8 3 0 °Cに加熱後、水冷することを特徴とする(11)記載のバウシंगाー効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

(16) 電縫溶接後、シーム溶接部をA c 3点以上に加熱するシーム熱処理を施し、7 6 0 ~ 8 3 0 °Cに加熱し、水冷することを特

徴とする（１５）記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

（１７）熱延鋼板がフェライト・パーライト組織またはフェライト・ベイナイト組織を有することを特徴とする（１５）または（１６）記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

図面の簡単な説明

図１は、本発明（例１）による鋼板（鋼管）の応力・歪み曲線を示す図である。

図２は、従来（例２）の熱延まま鋼板（鋼管）の応力・歪み曲線を示す図である。

図３は、従来（例３）のCr-Mo鋼による鋼板（鋼管）の応力・歪み曲線を示す図である。

図４は、（a）は本発明（例１）の鋼板（鋼管）の光学組織写真、（b）は本発明（例１）の鋼板（鋼管）の走査電子顕微鏡写真である。

図５は、従来（例２）の熱延まま鋼板（鋼管）の光学組織写真である。

図６は、従来（例３）のCr-Mo鋼（焼戻しマルテンサイト組織）の鋼板（鋼管）の光学組織写真である。

発明を実施するための最良の形態

本発明者らは、バウシinger効果の発現におよぼす鋼板および鋼管の製造方法、金属組織、化学成分の影響について詳細に検討した。基本的な検討は、素材そのままから採取した圧縮試験片と、素材から引張試験片を採取して８％の引張歪を付与して更に機械加工した圧縮試験片を用いて圧縮試験を行い、両者の応力歪曲線、比例限

、0.1%オフセット耐力、0.2%オフセット耐力を比較することによって行った。

特に、素材そのものの比例限（PL-b）と引張変形後の比例限（PL-a）の比、 $(PL-a)/(PL-b)$ をバウシinger効果比と呼ぶ。この値が高い方がバウシinger効果の発現が小さいことを示している。なお、本発明において、比例限（PL-b）および（PL-a）は、0.05%オフセット耐力を見かけの比例限として、これを使用した。

金属組織の観察は光学顕微鏡および走査型電子顕微鏡を用いて行った。なお、金属組織の観察に用いた試料は、鋼板の場合は圧延方向に垂直な方向の断面を観察面とし、鋼管の場合は周方向の断面を観察面として鋼板または鋼管の肉厚中央部から採取し、試料の観察面を鏡面研磨した後、ナイタールエッチを行った。

表1に示す低合金鋼を表2に示す方法で製造し、それぞれ、例1～例3とした。各々から圧縮試験片（径8mm、高さ18mm）と引張試験片（径10mm、平行部長さ30mmの丸棒）を作製した。

表 1

	C	Si	Mn	Cr	Nb	Al	Ti	B
A	0.09	0.21	1.21		0.03	0.03		
B	0.27	0.14	1.28	0.14		0.04	0.02	0.0015

表 2

	鋼	製造方法	組織	PL-b	PL-a	PL-a/PL-b バウシinger効果比	
発明例	A	熱延後（フェライト・パーライト組織）、780℃に加熱し水冷	フェライト・マルテンサイト	400MPa	360MPa	0.9	例1
比較例	A	熱延まま	フェライト・パーライト	400MPa	270MPa	0.68	例2
	B	930℃から焼入れ、700℃で焼戻し	焼戻しマルテンサイト	630MPa	200MPa	0.22	例3

引張試験片の平行部に伸び計を取り付け、引張試験機によって 8 %歪を加えた後、平行部の径を 8 m m に機械加工し、圧縮試験片を作製した。引張歪を導入した圧縮試験片および加工ままの圧縮試験片を用いて圧縮試験を行い、圧縮の応力・歪曲線を測定し、見かけの比例限（0. 0 5 % オフセット耐力）を測定した。圧縮試験での歪の測定は、円柱側面 1 2 0 度毎に歪ゲージを貼付して行い、その平均値を使用した。

例 1 ～ 例 3 のそれぞれの応力・歪曲線の例を図 1 ～ 3 に示した。例 1 では、図 1 に示すように引張変形の前後で応力・歪曲線の形は 4 5 0 M P a 近傍まで何ら変化がない。例 2、例 3 では、図 2、図 3 に示すように、引張変形後の圧縮応力・歪曲線は比例限が大幅に低下しており、特に例 3 が著しい。

例 1 ～ 3 の、それぞれの組織写真を図 4 ～ 6 に示す。例 1 の金属組織は図 4（a）光学顕微鏡写真、図 4（b）走査型電子顕微鏡写真に示すようにフェライト組織中に、数 μ m の微細なマルテンサイトが分散した二相組織である。図 4（b）に示した例 1 の 2 0 0 0 倍に拡大した走査型電子顕微鏡写真には微細な炭化物が観察されないことから、例 1 の金属組織はパーライト、セメンタイト、ベイナイトや、マルテンサイトとオーステナイトの混成物（M a r t e n s i t e A u s t e n i t e c o n s t i t u e n t、MA という。）等を含まず、実質的にフェライト組織と微細マルテンサイトの二相のみからなる二相組織であることが明らかである。一方、例 2 の金属組織は図 5 に示すようにフェライト・パーライト組織である。例 3 は図 5 に示すように焼戻しマルテンサイト組織である。

表 2 に示すように実質的にフェライト組織と微細マルテンサイトからなる二相組織を有するフェライト＋マルテンサイト二相鋼（発明例 A）のバウシंगाー効果比は高く、次がフェライトとパーライ

トの二相組織であるフェライト・パーライト鋼（比較例 A）であり、焼戻しマルテンサイト（比較例 B）のバウシinger 効果比が最も低い。このように、二相組織を有する鋼はバウシinger 効果比が大きく、特に第二相がマルテンサイトの場合にバウシinger 効果比が最も大きくなる。すなわちフェライト＋マルテンサイトの二相組織を有する鋼のバウシinger 効果の発現が最も小さい。

なお、フェライト＋マルテンサイトの二相組織を有する鋼に粗大なマルテンサイト相が少量形成されるとバウシinger 効果の発現が抑制されにくいばかりでなく、低温靱性も低下するので、マルテンサイトはフェライト組織中に微細に分散して形成される必要がある。これにより、フェライト組織に分散した微細マルテンサイトがフェライト粒の変形を拘束し、バウシinger 効果の発現が抑制されると考えられる。

以下、本発明について詳細に説明する。本発明において、バウシinger 効果の発現を最小にするためには、鋼の組織を、フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在し、実質的にフェライト組織と微細マルテンサイトからなる二相組織とすることが必要である。ここで、フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在するとは、図 4（a）に例示した光学顕微鏡組織写真および図 4（b）に例示した走査型電子顕微鏡組織写真のように、フェライト組織中の微細マルテンサイトが偏在していないことを意味しており、マルテンサイト同士の間隔はほぼ均一であることが好ましい。

なお、本発明において、実質的にフェライト組織と微細マルテンサイトからなる二相組織を有することは、走査型電子顕微鏡で 2000 倍に拡大した組織を観察し、5 視野程度の組織写真に炭化物を含む組織が観察されないことを意味し、透過型電子顕微鏡で観察した場合には炭化物が観察されることも有り得る。また、本発明にお

いて、フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散した状態とは、光学顕微鏡で500倍に拡大した組織を観察し、撮影した5視野程度の組織写真において、図4(a)に示した組織写真と同様にマルテンサイト組織が偏在していないことと定義する。

次に、長径が $10\mu\text{m}$ を超えるマルテンサイトの結晶粒が存在すると、バウシinger効果の発現を抑制する効果および靱性がやや低下する。したがって、微細マルテンサイトの結晶粒の長径は $10\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。一方、バウシinger効果の発現を抑制する効果は、微細マルテンサイトの結晶粒の長径が $1\mu\text{m}$ 以上の場合に、特に顕著である。ここで、マルテンサイトの結晶粒の長径とは、結晶粒の隣接または対向する頂部の距離のうち最大のものをいい、図4(b)に例示した走査型電子顕微鏡組織写真から求めることができる。

また、微細マルテンサイトの面積率は10%未満では強度がやや低下し、30%を超えるとバウシinger効果の発現を抑制する効果および靱性がやや低下するため、10～30%であることが好ましい。

更に、フェライト組織の結晶粒径は、 $10\sim 20\mu\text{m}$ であることが好ましい。これはフェライト組織の結晶粒径を $10\mu\text{m}$ 未満にするには熱間圧延を低温で行う必要があるなど、製造性を損なうことがあり、フェライト組織の結晶粒径が $20\mu\text{m}$ 超になると靱性を損なうことがあるためである。フェライト組織の結晶粒径はJIS G 0552に準拠して切断法により求めることができる。

バウシinger効果に対する本発明の効果は鋼板、鋼管で変わりがない。また、形鋼等他の形状においても本発明と同様な効果は当然発揮される。

本発明が目的とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板または

鋼管を得るには、化学成分組成を、特に以下に説明する範囲とすることが好ましい。

Cは焼入れ性を高め、鋼の強度向上に必須の元素であり、目標とする強度およびフェライト・マルテンサイト組織を得るために必要な下限は、0.03%である。しかし、C量が多過ぎると、本発明でのプロセスでは高強度になり過ぎ、さらに低温靱性が著しい劣化を招くので、その上限を0.30%とした。特に、高い低温靱性を必要とする場合は、C量の上限を0.10%とすることが好ましい。

Siは脱酸や強度向上のために添加する元素であるが、多く添加すると低温靱性を著しく劣化させるので、上限を0.8%とした。鋼の脱酸はAlでもTiでも十分可能であり、Siは必ずしも添加する必要はない。従って、下限は規定する必要はないが、通常、不純物として0.01%以上含まれるので、0.01%とする。

Mnは焼入れ性を高め高強度を確保する上で不可欠な元素である。その下限は0.3%である。しかし、Mnが多過ぎると、偏析を助長して微細マルテンサイトが層状に分散するようになり、均一分散を妨げられるため、上限を2.5%とした。

Alは通常脱酸材として鋼に含まれる元素であり、組織の微細化にも効果を有する。しかし、Al量が0.1%を越えるとAl系非金属介在物が増加して鋼の清浄度を害するので、上限を0.1%とした。しかし、脱酸はTiあるいはSiでも可能であり、Alは必ずしも添加する必要はない。従って、下限は限定する必要はないが、通常、不純物として0.001%以上含まれるので、0.001%以上とする。

NはTiNを形成し、スラブ再加熱時のオーステナイト粒の粗大化を抑制して母材の低温靱性を向上させる。この効果を得るために

はNを0.001%以上添加することが好ましい。しかし、N量が多過ぎるとTiNが粗大化して、表面疵、靱性劣化等の弊害が生じるので、その上限は0.01%に抑える必要がある。

さらに、本発明では、不純物元素であるP、S量をそれぞれ0.03%、0.01%以下とする。この主たる理由は母材の低温靱性をより一層向上させ、溶接部の靱性を改善するためである。P量の低減は連続鑄造スラブの中心偏析を軽減するとともに、粒界破壊を防止して低温靱性を向上させる。また、S量の低減は熱間圧延で延伸化するMnSを低減して延靱性を向上させる効果がある。P、Sは、両者共、少ない程望ましいが、特性とコストのバランスで決定する必要がある。

次に、選択元素であるNb、Ti、Ni、Mo、Cr、Cu、V、B、Caを添加する目的について説明する。これらの元素を添加する主たる目的は、本発明鋼の優れた特徴を損なうことなく、強度・靱性の一層の向上や製造可能な鋼材サイズ（厚み）の拡大を図るためであるので、特に下限は規定しないが、上限値の十分の一程度の添加量で添加効果が顕著になる。

Nbは圧延時にオーステナイトの再結晶を抑制して組織を微細化するだけでなく、焼入れ性増大にも寄与し、鋼を強靱化する。さらに、時効によるバウシinger効果の回復に寄与する。Nb添加量は、この効果を得るためには0.01%以上の添加が好ましく、0.1%よりも多過ぎると、低温靱性に悪影響をもたらすので、その上限を0.1%とすることが好ましい。

Ti添加は微細なTiNを形成し、スラブ再加熱時のオーステナイト粒の粗大化を抑制してミクロ組織を微細化し、低温靱性を改善する。また、Al量が例えば0.005%以下と低い場合には、Tiは酸化物を形成し脱酸効果も有する。これらの効果を得るために

は 0.01%以上の添加が好ましいが、Ti 量が多過ぎると、TiNの粗大化やTiCによる析出硬化が生じ、低温靱性を劣化させるので、その上限を0.1%にすることが好ましい。

Niを添加する目的は低温靱性の劣化を抑制することである。Ni添加はMnやCr、Mo添加に比較して圧延組織中、特に連続铸造鋼片の中心偏析帯中に低温靱性に有害な硬化組織を形成することが少ない。これらの効果を得るためには0.1%以上の添加が好ましいが、添加量が多過ぎると、熱処理前の鋼の組織がマルテンサイト・ベイナイト系になるため、その上限を1.0%とすることが好ましい。

Moは鋼の焼入れ性を向上させ、高強度を得るために添加する。さらに、100℃程度での低温時効によるバウシinger効果の回復を促進する働きもある。これらの効果を得るためには0.05%以上の添加が好ましいが、過剰なMo添加は熱処理前の鋼の組織がマルテンサイト・ベイナイト系になるため、その上限を0.5%とすることが好ましい。

Cuを添加する目的は低温靱性の劣化を抑制することである。Cu添加はMnやCr、Mo添加に比較して圧延組織中、特に連続铸造鋼片の中心偏析帯中に低温靱性に有害な硬化組織を形成することが少ない。これらの効果を得るためには0.1%以上の添加が好ましいが、添加量が多過ぎると、熱処理前の鋼の組織がマルテンサイト・ベイナイト系になるため、その上限を1.0%とすることが好ましい。

Crは母材、溶接部の強度を増加させるが、この効果を得るためには0.1%以上の添加が好ましいが、Cr量が多過ぎると熱処理前の鋼の組織がマルテンサイト・ベイナイト系になるため、上限は1.0%とすることが好ましい。

VはNbとほぼ同様の効果を有する。この効果を得るためには0.01%以上の添加が好ましいが、添加量が多過ぎると低温靱性を劣化させるので上限を0.3%とすることが好ましい。

Bは焼入れ性を高める効果を有する。この効果を得るためには0.0003%以上の添加が好ましいが、添加量が多すぎると、焼入れ性効果が却って低下するばかりでなく、低温靱性が低下したり、スラブに割れが生じたりしやすくなるため、上限を0.003%とすることが好ましい。

Caは酸化物の粗大化を防止し、拡張特性を向上する効果を有する。この効果を得るためには0.0004%以上の添加が好ましく、0.001%以上の添加により顕著な効果を発現する。一方、Caの添加量が多すぎると粗大なCa酸化物が生成して拡張特性が低下することがあるため、上限を0.004%以下とすることが好ましい。

次に本発明のフェライト＋マルテンサイトの二相組織を有する鋼の製造方法について説明する。本発明のフェライト＋マルテンサイト二相鋼は、鋼をオーステナイト、フェライト二相域に加熱し、その後焼入れすることによって得ることが可能である。加熱温度は低すぎるとマルテンサイトが形成されず、高すぎるとオーステナイトへの変態率が大きくなり過ぎてオーステナイト中のC量が低くなるため焼入れ時にマルテンサイトに変態できなくなる。従って、加熱温度は760～830℃が最適である。なお、二相域に加熱した後の焼入れは、水冷によって行うことが好ましい。

更に、フェライト＋マルテンサイト二相鋼は、加熱前の組織がフェライト・パーライトまたはフェライト・ベイナイト組織であれば生成しやすい。加熱前の鋼板である熱延鋼板の組織をフェライト・パーライト組織とするには、熱延後の巻取り温度を700～500

℃にすれば良く、フェライト・ベイナイト組織とするには、熱延後の冷却開始温度を750℃以下として巻取り温度を500℃以下にすれば良い。

本発明に使用できる鋼管は、継目無し鋼管、鋼板を円筒状に成形して端部同士をアーク溶接したUOE鋼管等であるが、電縫管が好ましい。この理由は、電縫管は熱延鋼板を素材として製造するため、肉厚が均一であって、継目無し鋼管と比較して拡張性や圧潰強度に優れるという特徴があるためである。鋼管の肉厚が均一であれば拡張性や拡張後の圧潰強度は向上し、一方、肉厚が均一でないと、拡張した時に曲がり易くなる。

電縫溶接部は加熱された部分が圧縮され急冷されているため微細な均一組織になっており、フェライト・パーライトを主体とした母材および溶接熱影響部と比べて、760～830℃に加熱した後の組織がフェライト＋マルテンサイト二相組織になりにくい。シーム部、すなわち電縫溶接部の近傍を一旦Ac3点以上に加熱するとフェライト・パーライト組織に近くなるため、管体をオーステナイト＋フェライト二相域に加熱、焼入れした後の電縫溶接部の組織が母材および溶接熱影響部の組織と近くなる。

本発明により得られた鋼管をExpandable Tube as rとして使用する場合は、高い拡張率まで拡張できる必要がある。本発明のフェライト組織中に微細マルテンサイトが分散した二相組織を有する鋼管は変形特性が優れており、また高い加工硬化率を有しており局部変形が生じにくいので、45%の拡張率まで拡張できる。

実施例

表3に示した化学成分を有する熱延鋼板を使用し、直径194mm

m、肉厚 9 . 6 m m の電縫管を製造した。熱延加熱温度は 1 2 0 0 °C、圧延温度終了温度は 8 5 0 °C とし、ランアウトテーブルの水冷後、6 0 0 °C で巻き取った。熱延鋼板の組織は、冷却条件等を変えることで変化させた。

また、表 4 に示したように、一部の電縫管にはシーム部の熱処理を実施した。これらの鋼管を表 4 に示した条件で加熱しその後速やかに水冷した。これらの鋼管の母材から周方向の断面を観察面として試料を採取し、肉厚中心部近傍の光学顕微鏡組織写真および走査型電子顕微鏡組織写真を撮影した。

表 3

Steel	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Nb	V	Mo	Ti	Cr	Ni	Cu	B	Ca
A	0.09	0.21	1.21	0.012	0.003	0.03	0.005	0.03								
B	0.27	0.14	1.28	0.015	0.005	0.04	0.003				0.02				0.0015	0.0012
C	0.14	0.08	1.65	0.008	0.001	0.02	0.004									0.0008
D	0.05	0.22	0.84	0.018	0.002	0.02	0.004		0.05	0.12	0.01					0.0019
E	0.08	0.06	1.11	0.013	0.003	0.03	0.003	0.02				0.2	0.2	0.2		

表 4

	試験 No.	鋼	シーム熱処理	加熱温度 (後水冷)	焼戻し	ミクロ組織	面積率 (%)	マルテンサイト 長径(μm)	周方向シャル ピー値(J)	ハダソンガ 効果比
発 明 例	1	A	920°C水冷	780°C		フェライト+マルテンサイト	12	9	56	0.90
	2	A	無し	820°C		フェライト+マルテンサイト	23	7	50	0.95
	3	B	920°C放冷	780°C		フェライト+マルテンサイト	16	12	27	0.82
	4	C	920°C水冷	780°C		フェライト+マルテンサイト	13	8	38	0.87
	5	D	920°C放冷	800°C		フェライト+マルテンサイト	14	10	72	0.74
	6	E	920°C放冷	800°C		フェライト+マルテンサイト	17	9	70	0.77
比 較 例	7	A	920°C水冷	780°C放冷		フェライト+パーライト			35	0.61
	8	A	920°C水冷	780°C	500°C	フェライト+焼戻しマルテンサイト			36	0.43
	9	B	920°C放冷	930°C	700°C	焼戻しマルテンサイト			64	0.22

* 表中の面積率は微細アルテンサイトの面積率である。

* 表中の空欄は未実施を意味する。

拡張前の鋼管から周方向を長手として J I S Z 2202 に準拠して V ノッチシャルピー試験片を採取し、 -20°C で J I S Z 2242 に準拠してシャルピー試験を行い、測定した吸収エネルギーを、周方向シャルピー値として表 4 に示した。これらの鋼管を 20 % 拡張した。拡張前後の鋼管から周方向を長手とした圧縮試験片（径 8 mm、高さ 18 mm）を採取し、周方向が圧縮方向になる圧縮試験を実施し、0.05 % オフセット耐力を測定してバウシंगाー効果比を算出した。これらの試験結果を表 4 に示す。なお、本発明の鋼管は 45 % の拡張率まで拡張できることを確認した。

また、一部の 20 % 拡張後の鋼管を圧潰試験に供し、圧潰圧力を測定した。圧潰試験は A P I 規格 5 C 3 に準拠し、直径と試験体長さの比を 8 として行った。表 4 の発明鋼（試験 No. 1）と比較鋼（試験 No. 9）の圧潰試験の結果を表 5 に示す。本発明鋼の圧潰強度は比較鋼に比べて向上しているが、これはバウシंगाー効果が抑制されたことによって強度が向上したためであると考えられる。

比較例の鋼管は焼戻しマルテンサイト組織を呈する焼入れ・焼戻し鋼であり、現状 E x p a n d a b l e T u b u l a r として使用されているものである。

表 5

	試験No.	圧潰圧力
発明例	1	15.1MPa
比較例	9	10.3MPa

産業上の利用可能性

本発明は、天然ガス、原油輸送用のラインパイプ、或いは油井管等の電縫鋼管の製造において、拡張した際に発生するバウシंगाー効果の発現が小さい鋼板および鋼管の提供を可能にするものである。

請 求 の 範 囲

1. フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在し、実質的にフェライト組織と微細マルテンサイトからなる二相組織を有することを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

2. 微細マルテンサイトの結晶粒の長径が $10\mu\text{m}$ 以下であり、該微細マルテンサイトの面積率が $10\sim 30\%$ であることを特徴とする請求項1記載のバウシinger効果の発現の小さい鋼板。

3. 変形付与前後における圧縮応力歪曲線での比例限の比が 0.7 以上であることを特徴とする請求項1または2記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

4. 質量%で、 $\text{C} : 0.03\sim 0.30\%$ 、 $\text{Si} : 0.01\sim 0.8\%$ 、 $\text{Mn} : 0.3\sim 2.5\%$ 、 $\text{P} : 0.03\%$ 以下、 $\text{S} : 0.01\%$ 以下、 $\text{Al} : 0.001\sim 0.1\%$ 、 $\text{N} : 0.01\%$ 以下を含み残部鉄および不可避免的な不純物からなることを特徴とする請求項1～3のいずれかの項に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

5. 質量%で、さらに、 $\text{Nb} : 0.1\%$ 以下、 $\text{V} : 0.3\%$ 以下、 $\text{Mo} : 0.5\%$ 以下、 $\text{Ti} : 0.1\%$ 以下、 $\text{Cr} : 1.0\%$ 以下、 $\text{Ni} : 1.0\%$ 以下、 $\text{Cu} : 1.0\%$ 以下、 $\text{B} : 0.003\%$ 以下、 $\text{Ca} : 0.004\%$ 以下の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項4記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

6. 質量%で、 $\text{C} : 0.03\sim 0.10\%$ を含有し、 -20°C における幅方向のVノッチシャルピー値が 40J 以上であり、変形付与前後における圧縮応力歪曲線での比例限の比が 0.7 以上であることを特徴とする請求項4または5記載のバウシinger効果の発現

が小さい鋼板。

7. 母材が、フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在し、実質的にフェライト組織と微細マルテンサイトからなる二相組織を有することを特徴とするバウシングー効果の発現が小さい鋼管。

8. 微細マルテンサイトの結晶粒の長径が $10\ \mu\text{m}$ 以下であり、該微細マルテンサイトの面積率が $10\sim30\%$ であることを特徴とする請求項7記載のバウシングー効果の発現の小さい鋼板。

9. 鋼管の拡張前後の周方向圧縮応力歪曲線での比例限の比が 0.7 以上であることを特徴とする請求項7または8記載のバウシングー効果の発現が小さい鋼管。

10. 質量%で、C : $0.03\sim0.30\%$ 、Si : $0.01\sim0.8\%$ 、Mn : $0.3\sim2.5\%$ 、P : 0.03% 以下、S : 0.01% 以下、Al : $0.001\sim0.1\%$ 、N : 0.01% 以下を含み残部鉄および不可避免的な不純物からなることを特徴とする請求項7～9のいずれかの項に記載のバウシングー効果の発現が小さい鋼管。

11. 質量%で、さらに、Nb : 0.1% 以下、V : 0.3% 以下、Mo : 0.5% 以下、Ti : 0.1% 以下、Cr : 1.0% 以下、Ni : 1.0% 以下、Cu : 1.0% 以下、B : 0.003% 以下、Ca : 0.004% 以下の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項10記載のバウシングー効果の発現が小さい鋼管。

12. 質量%で、C : $0.03\sim0.10\%$ を含有し、 -20°C における周方向のVノッチシャルピー値が 40 J 以上であり、変形付与前後における圧縮応力歪曲線での比例限の比が 0.7 以上であることを特徴とする請求項10または11記載のバウシングー効果

の発現が小さい鋼管。

13. 質量%で、C : 0.03 ~ 0.30%、Si : 0.01 ~ 0.8%、Mn : 0.3 ~ 2.5%、P : 0.03%以下、S : 0.01%以下、Al : 0.001 ~ 0.1%、N : 0.01%以下を含み、さらに、選択的に、Nb : 0.1%以下、V : 0.3%以下、Mo : 0.5%以下、Ti : 0.1%以下、Cr : 1.0%以下、Ni : 1.0%以下、Cu : 1.0%以下、B : 0.003%以下、Ca : 0.004%以下の1種または2種以上を含有し、残部鉄および不可避免的な不純物からなる鋼板を760 ~ 830℃に加熱し、その後焼入れすることを特徴とする請求項5記載のバウシINGER効果の発現が小さい鋼板の製造方法。

14. 母材の成分が、質量%で、C : 0.03 ~ 0.30%、Si : 0.01 ~ 0.8%、Mn : 0.3 ~ 2.5%、P : 0.03%以下、S : 0.01%以下、Al : 0.001 ~ 0.1%、N : 0.01%以下を含み、さらに、選択的に、Nb : 0.1%以下、V : 0.3%以下、Mo : 0.5%以下、Ti : 0.1%以下、Cr : 1.0%以下、Ni : 1.0%以下、Cu : 1.0%以下、B : 0.003%以下、Ca : 0.004%以下の1種または2種以上を含有し、残部鉄および不可避免的な不純物からなる鋼管を760 ~ 830℃に加熱し、その後焼入れすることを特徴とする請求項11記載のバウシINGER効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

15. 質量%で、C : 0.03 ~ 0.30%、Si : 0.01 ~ 0.8%、Mn : 0.3 ~ 2.5%、P : 0.03%以下、S : 0.01%以下、Al : 0.001 ~ 0.1%、N : 0.01%以下を含み、さらに、選択的に、Nb : 0.1%以下、V : 0.3%以下、Mo : 0.5%以下、Ti : 0.1%以下、Cr : 1.0%以下、Ni : 1.0%以下、Cu : 1.0%以下、B : 0.003%

以下、C a : 0 . 0 0 4 % 以下の 1 種または 2 種以上を含有し、残部鉄および不可避免的な不純物からなるスラブを熱延鋼板とし、これをロール成形により筒状にした後、電縫溶接を行って電縫管とし、次いで 7 6 0 ~ 8 3 0 °C に加熱後、水冷することを特徴とする請求項 1 1 記載のバウシンガー効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

1 6 . 電縫溶接後、シーム溶接部を A c 3 点以上に加熱するシーム熱処理を施し、7 6 0 ~ 8 3 0 °C に加熱し、水冷することを特徴とする請求項 1 5 記載のバウシンガー効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

1 7 . 熱延鋼板がフェライト・パーライト組織またはフェライト・ベイナイト組織を有することを特徴とする請求項 1 5 または 1 6 記載のバウシンガー効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

Fig.1

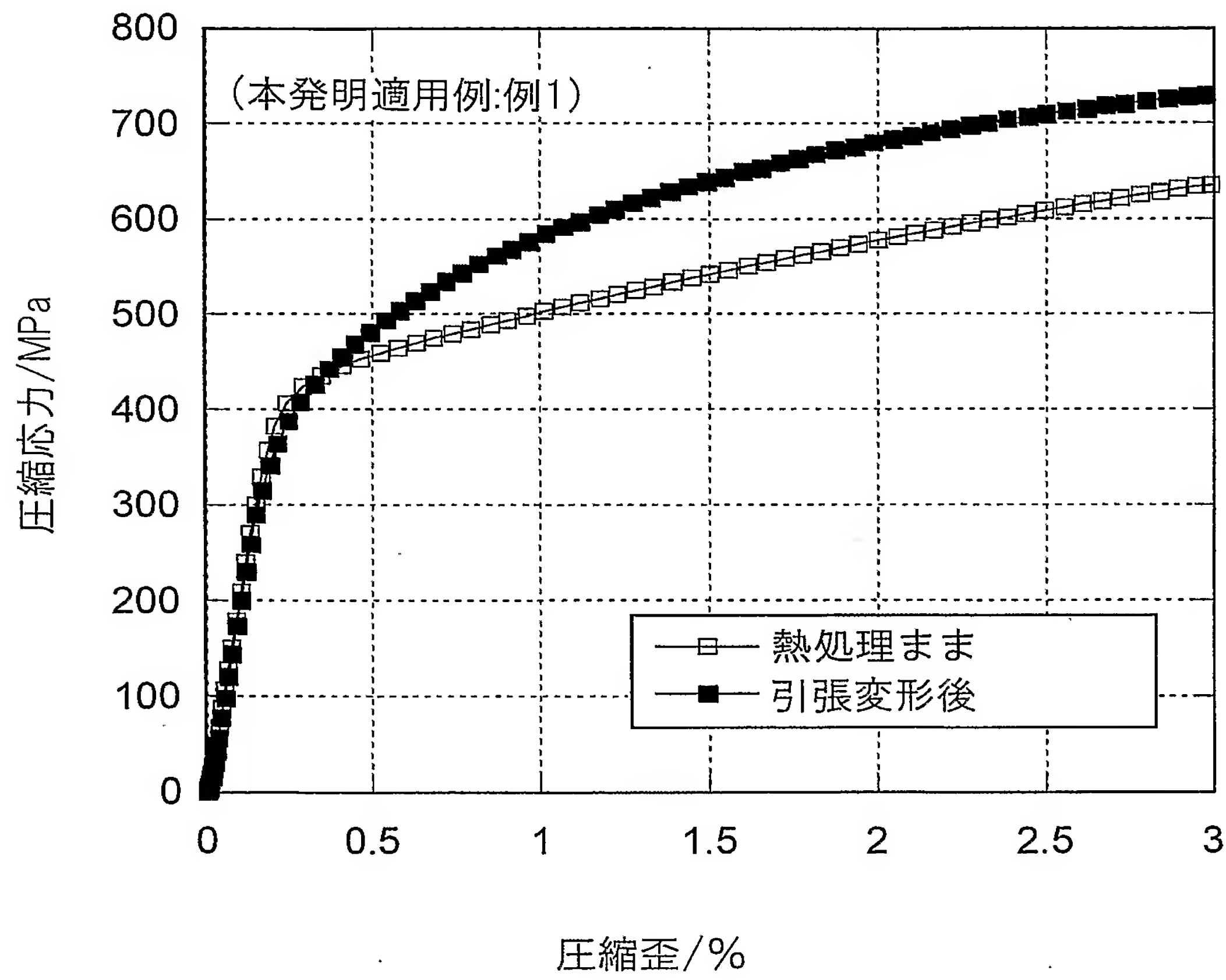


Fig. 2

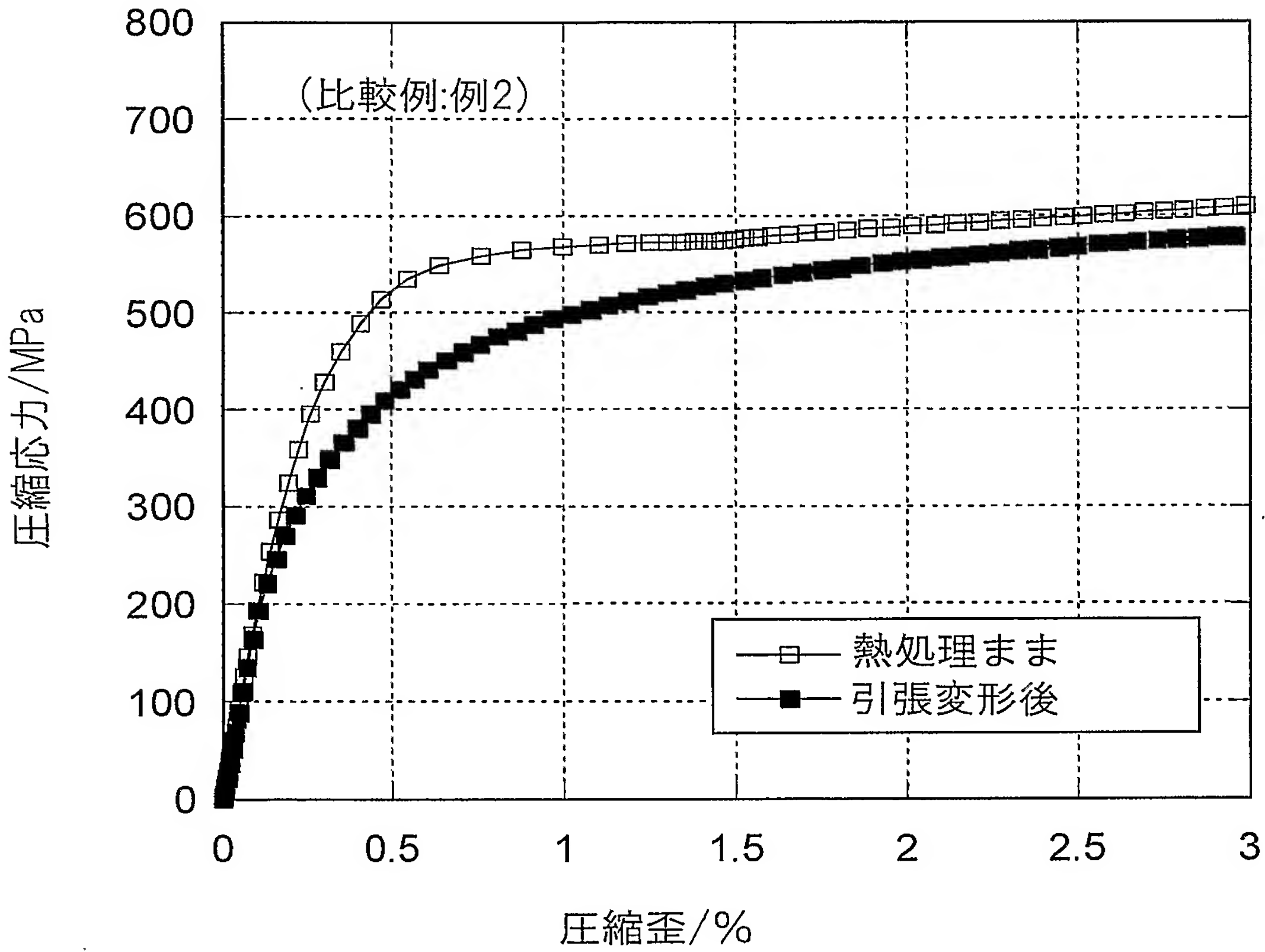


Fig. 3

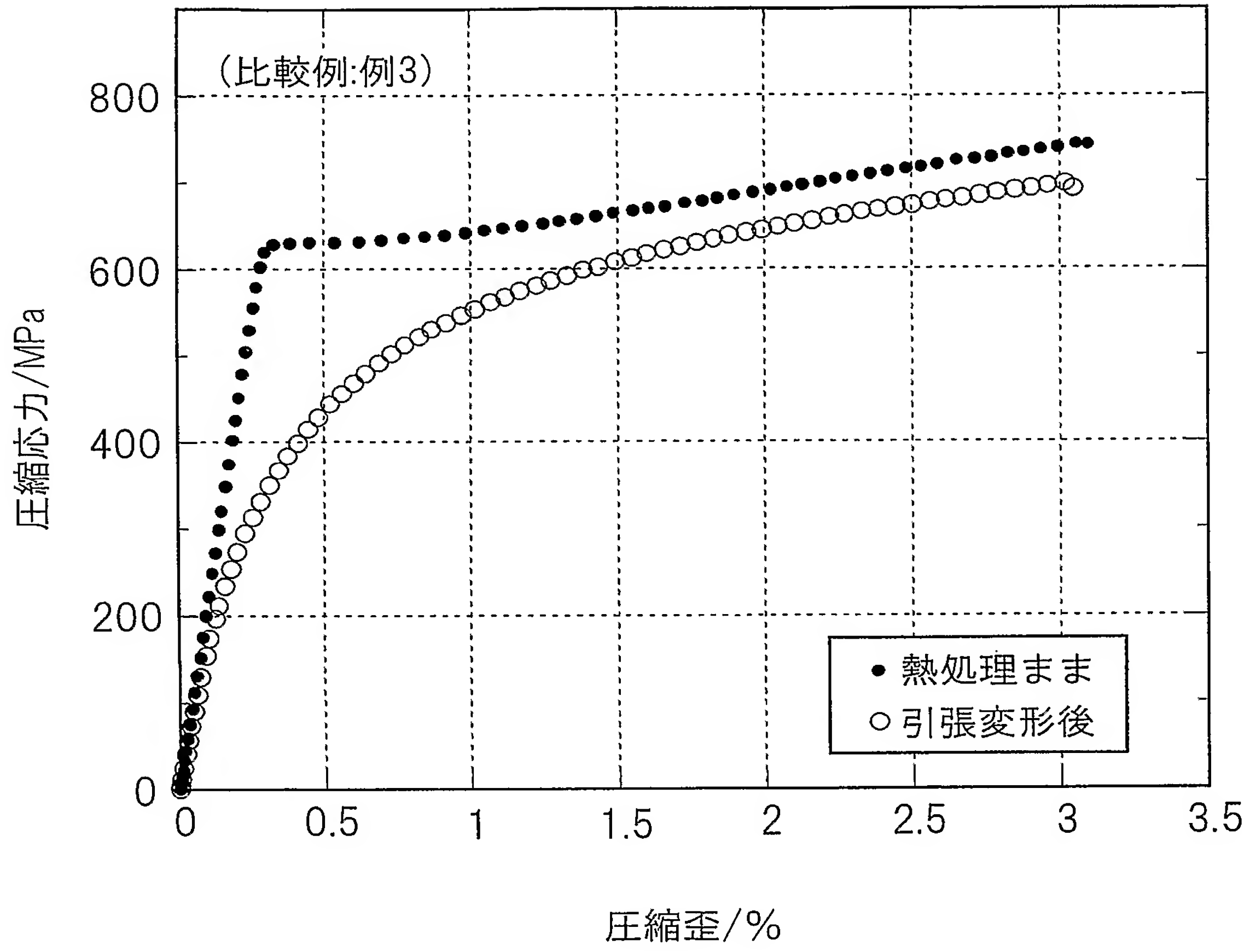


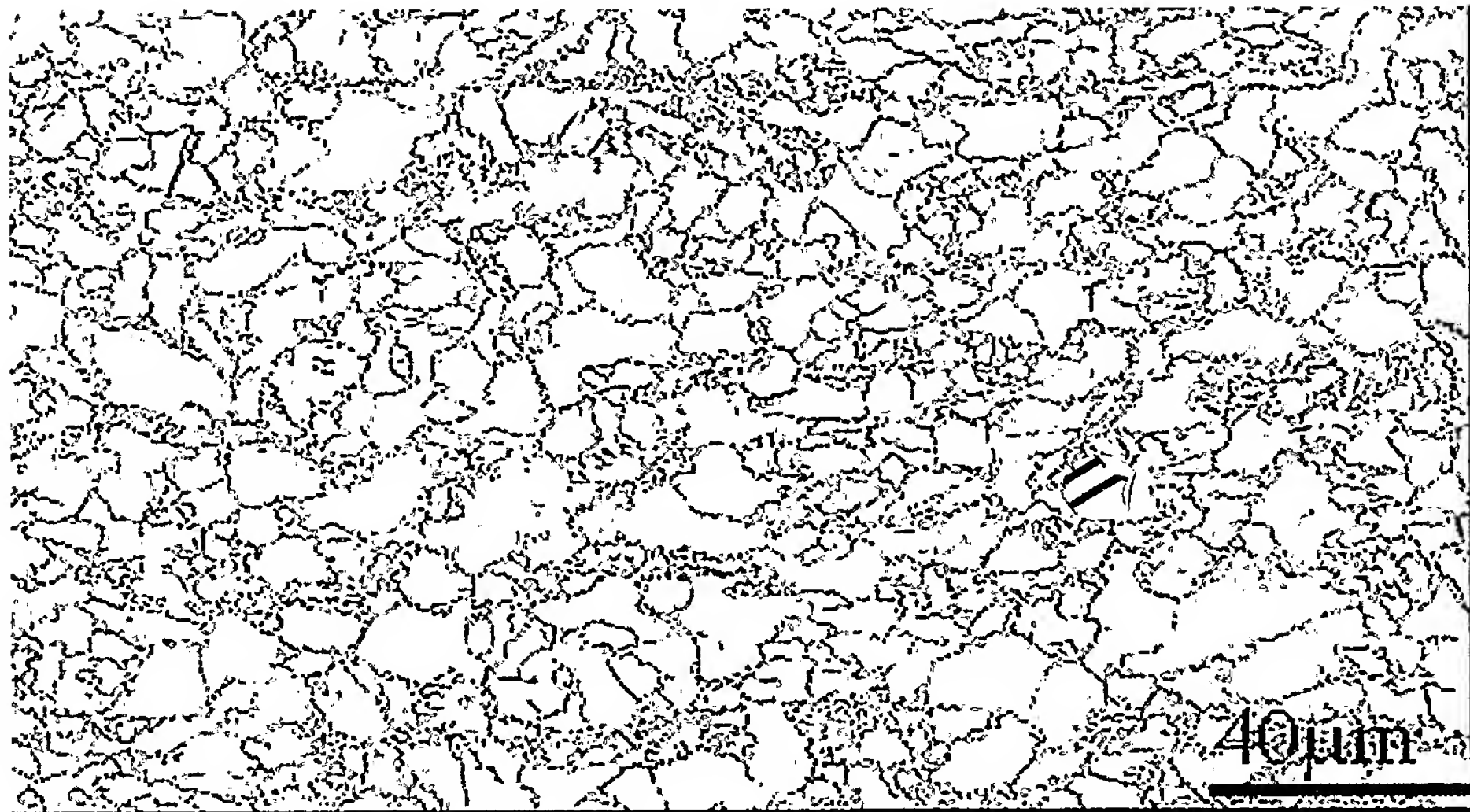
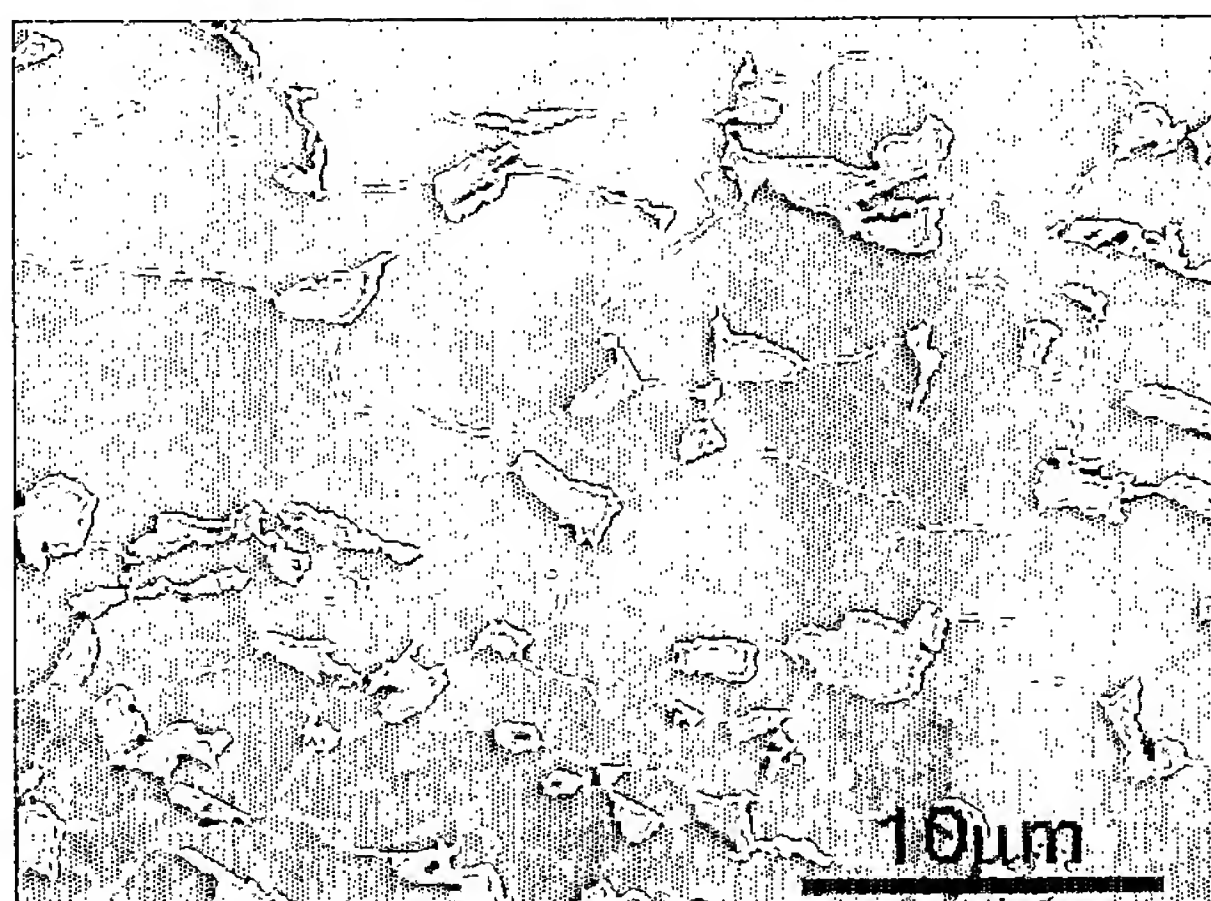
Fig.4(a)**Fig.4(b)**

Fig.5

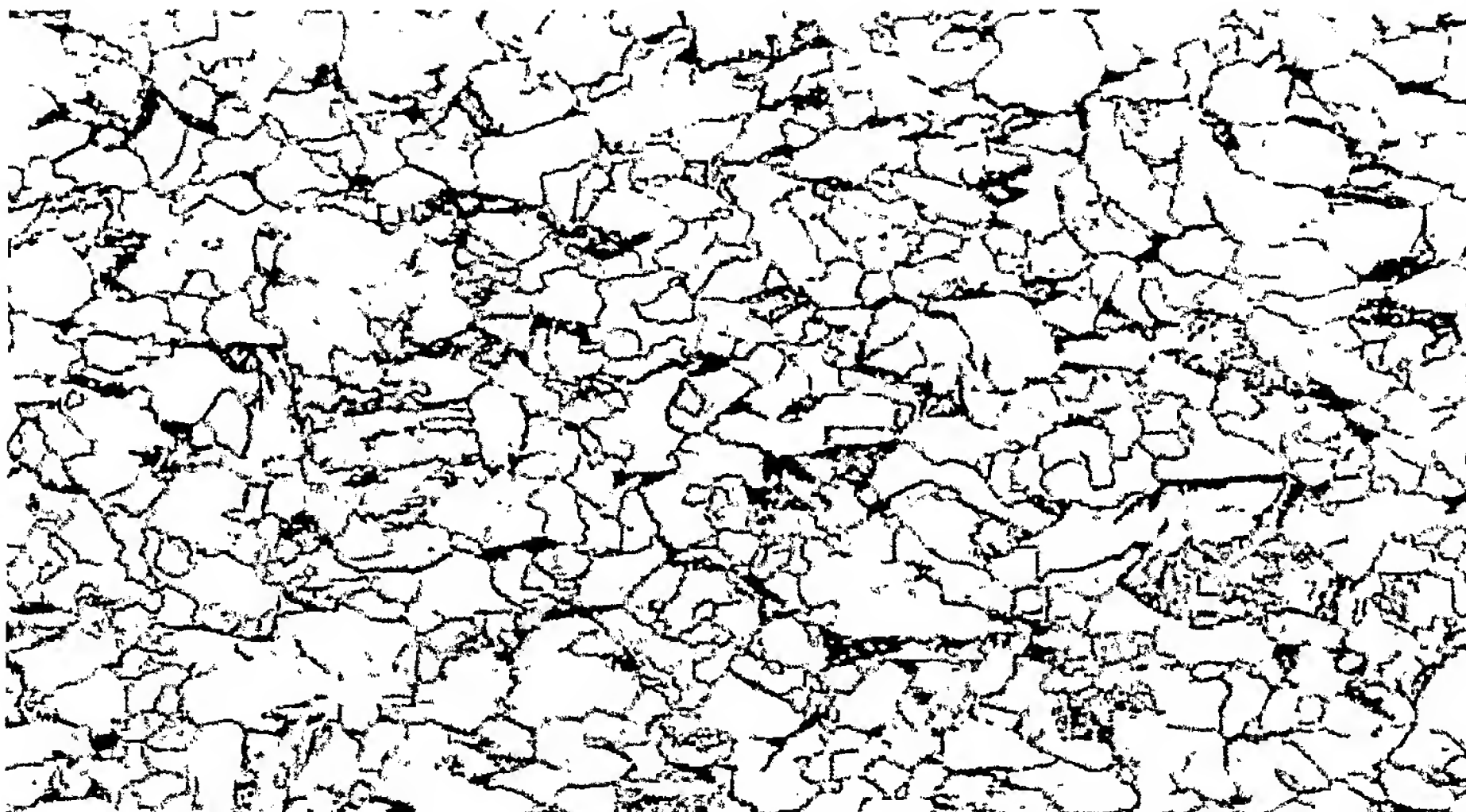
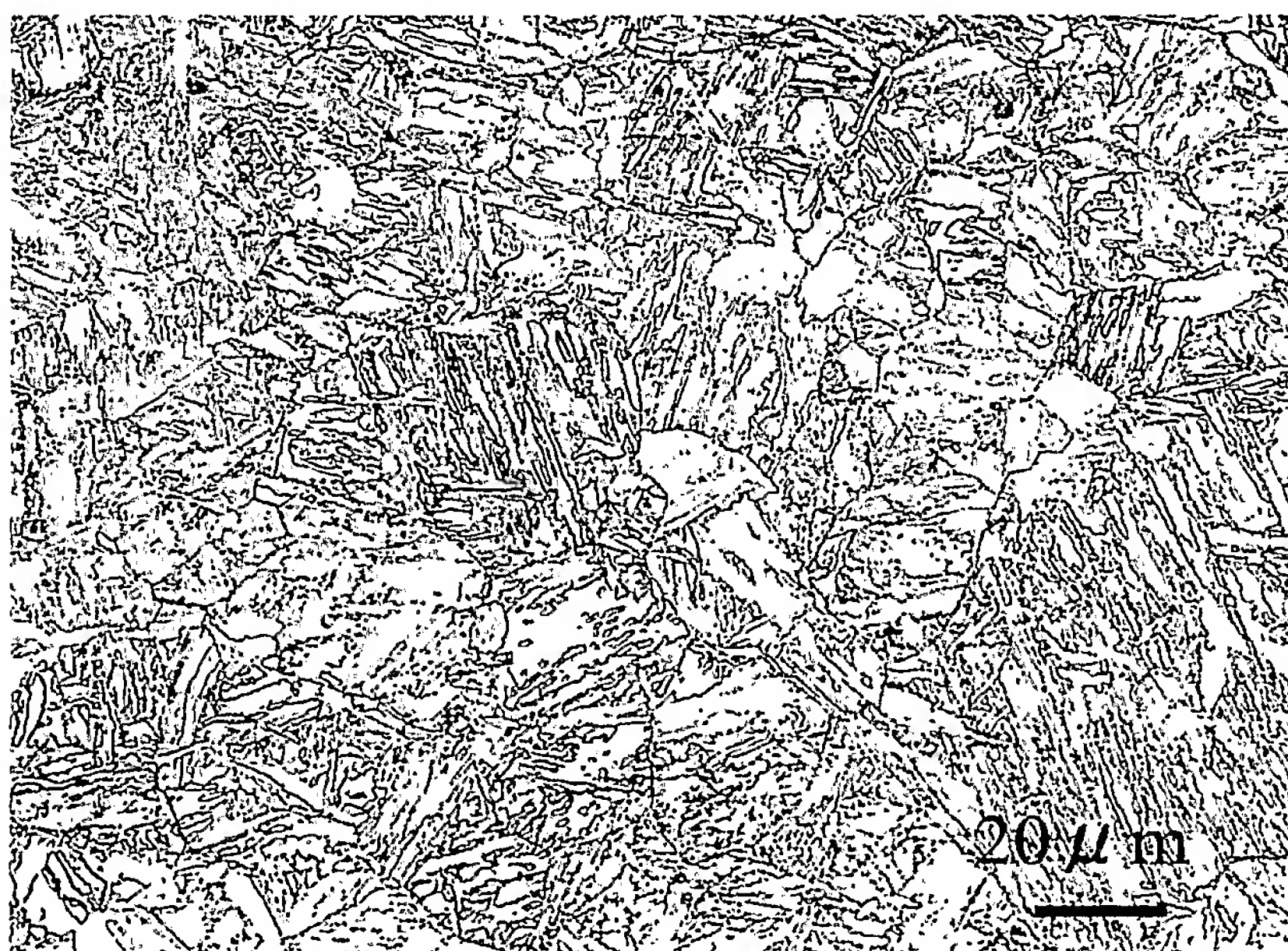


Fig.6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002678

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C22C38/00, 38/06, 38/58, C21D6/00, 9/08, 9/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C22C38/00-38/60, C21D6/00, 9/08, 9/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI (DIALOG)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 10-176239 A (Kobe Steel, Ltd.), 30 June, 1998 (30.06.98), Examples (Family: none)	1-12 13-17
X A	JP 9-49050 A (Kobe Steel, Ltd.), 18 February, 1997 (18.02.97), Examples (Family: none)	1-12 13-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
- “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T”

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X”

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y”

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&”

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 May, 2005 (17.05.05)

Date of mailing of the international search report

07 June, 2005 (07.06.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ C22C38/00, 38/06, 38/58, C21D6/00, 9/08, 9/50		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ C22C38/00-38/60, C21D6/00, 9/08, 9/50		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) WPI (DIALOG)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 10-176239 A (株式会社神戸製鋼所) 1998. 06. 30, 実施例 (ファミリーなし)	1-12 13-17
X A	JP 9-49050 A (株式会社神戸製鋼所) 1997. 02. 18, 実施例 (ファミリーなし)	1-12 13-17
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 17. 05. 2005	国際調査報告の発送日 07. 6. 2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 佐藤 陽一 電話番号 03-3581-1101 内線 3435	4K 9731